

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-188184

(43)Date of publication of application : 08.07.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
H01L 21/28

(21)Application number : 04-340072

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 21.12.1992

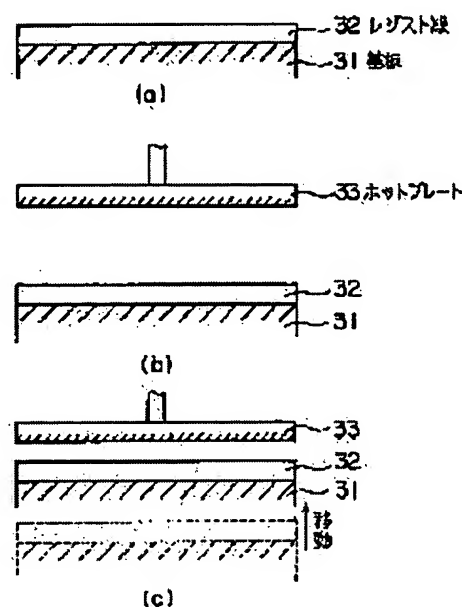
(72)Inventor : SAMOTO NORIHIKO

## (54) HEATING OF RESIST FILM AND PATTERN FORMATION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To form undercut patterns after exposure and development with ultraviolet ray in an ultraviolet-sensitive resist film.

CONSTITUTION: For the purpose of generating a temperature distribution inside a resist 32, the resist 32 is made to approach a heated hot plate 33 to a position of no contact and held for a time of  $q$  second or less, and then the resist 32 is left off to a position of no influence from the hot plate. Generating this temperature distribution during heating allows the resist 32 to have the quality that development speed gradually increases from the surface to the direction of a substrate 31. As a result, it is possible to form an undercut shape a pattern after exposure and development.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.12.1992

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.07.1995

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The heating approach of the resist film characterized by forming the temperature distribution to which a heat source is installed in a resist film top face so that said resist film may not be contacted, and temperature falls to the interior of said resist film toward the direction of an interface of said resist film and said substrate from a resist film front face in case the resist film by which spreading formation was carried out on the substrate is heated.

[Claim 2] The heating approach of the resist film according to claim 1 characterized by detaching to the location where said resist is not influenced by said heat source after it makes said heat source and said resist film approach to the location which does not contact and predetermined carries out time amount maintenance.

[Claim 3] The heating approach of the resist film according to claim 2 characterized by standing it still in either said heat source or said resist film, and moving another side.

[Claim 4] The heating approach of the resist film according to claim 1, 2, or 3 characterized by baking said resist film below at the glass transition point temperature of the resist film beforehand in case said resist film by which spreading formation was carried out on said substrate is heated.

[Claim 5] The pattern-formation approach characterized by to form a resist pattern by imprinting a desired pattern on said resist film by exposure, and developing it after forming the temperature distribution to which temperature falls [ by the heating approach of the resist film according to claim 1, 2, 3, or 4 ] from a resist film front face toward the direction of an interface of the resist film and a substrate at least to said resist film by which spreading formation was carried out inside said resist film on said substrate.

[Claim 6] It is the pattern formation approach according to claim 5 characterized by performing exposure of said request pattern by ultraviolet radiation.

[Claim 7] As opposed to said resist film by which spreading formation was carried out on said substrate by the heating approach of the resist film according to claim 1, 2, 3, or 4 After forming at least the temperature distribution to which temperature falls to the interior of said resist film toward the direction of an interface of the resist film and a substrate from a resist film front face, The resist pattern formation approach characterized by raising the thermal resistance of the resist film by exposing said whole resist film surface by 2nd exposure after imprinting a desired pattern on the resist film by 1st exposure and developing it.

[Claim 8] It is the pattern formation approach according to claim 7 characterized by for ultraviolet radiation performing said 1st exposure and performing said 2nd exposure by far-ultraviolet light.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the approach of forming an undercut pattern as a pattern of an exposure developer in the ultraviolet-rays sensitization resist film about the heating approach of the resist film.

[0002]

[Description of the Prior Art] As the formation approach of the metal electrode by the lift-off method using the resist film, the formation approach of a metal electrode which is indicated by JP,2-239613,A "the formation approach of a detailed pattern" is learned. The formation approach of a detailed pattern given [ said ] in an official report is shown in drawing 5 . The resist film 42 is put on substrate 41 front face, and selection exposure is given to this film by the request pattern. Moreover, substrate 41 rear face is held at the vacuum chuck 43 maintained by 20 degrees C. Furthermore, it is arranged that the oil level of the developer 45 with which the resist film 42 was held in the tub 44 with stirring and a temperature-control function should be contacted. And a temperature gradient can be given to the resist film 42 in the thickness direction, and undercut (overhanging)-like opening can be formed now after development.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the conventional approach described above is the approach of making generate a temperature gradient as an approach of forming an undercut configuration between the developer in contact with a resist film front face, and the vacuum chuck holding a wafer, and forming an undercut configuration with the resist film at the time of development the developer which contacts the resist film among development -- always -- constant temperature -- it is maintained at the condition and the thickness of the resist film is usually several micrometers further -- When it took into consideration that the time amount which development takes was a part unit and was going to form the undercut configuration actually since the contact surface of the resist film and a developer became almost equal to development solution temperature, it had the fault of needing the development in a short time extremely.

[0004] The object of this invention makes such a conventional fault remove, and is in UV resist film to offer the approach of forming an undercut configuration.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In this invention, in case the resist film by which spreading formation was carried out on the substrate is heated, a heat source is installed in a resist film top face so that the resist film may not be contacted, and the temperature distribution to which temperature falls to the interior of the resist film toward the direction of an interface of the resist film and a substrate from a resist film front face are formed. You may usually heat the resist film below at the glass transition point temperature of the resist film before this heat-treatment to make still smaller up opening and the lower opening dimension which are formed after exposure development at this time. It is the thing here of the heat-treatment with which heating does not usually build temperature distribution intentionally in the resist film. A resist pattern is formed after the above-mentioned heat-treatment by imprinting a desired pattern on

the resist film by ultraviolet radiation, and developing it. Moreover, after developing negatives if needed, the thermal resistance of the resist film may be raised by exposing the whole resist film surface with far-ultraviolet light.

[0006]

[Function] By the approach of this invention, the dissolution rate to the developer in resist film each point at the time of development is changed by forming temperature distribution in the interior of the resist film at the time of resist film heating. It is thought that this phenomenon in the novolak system resist which consists of novolak resin and sensitization agent naphthoquinonediazide is based on the following two causes. After a JIADO radical is desorbed from nitrogen (N<sub>2</sub>) and changes to a ketene, it reacts with the residual moisture in a resist, and changes with the sensitization or heating of 130 degrees C or more by light to an indene carboxylic acid. This indene carboxylic acid reduces the pair developer resistance over the developer of the resist of a novolak system. However, when there is little residual moisture in a resist, a ketene does not change to an indene carboxylic acid, but reacts with novolak resin, association, or naphthoquinonediazide, and a novolak system resist is liquation-ized to a developer. Moreover, when it heats above 180 degrees C, novolak resin causes the liquation-ized phenomenon over the developer accompanied by a lifting, i.e., the increment in molecular weight of novolak resin, for bridge formation. Therefore, a novolak system resist can be made to make it refractory to a developer by generating simultaneously lowering of the residual component in the resist by heating of 130 degrees C or more, the bridge formation of the novolak resin by heating of 180 degrees C or more, or these two phenomena. In this case, the dissolution rate to the resist film becomes large as a resist film front-face side progresses in the direction of a resist substrate interface, since whenever [stoving temperature] is highly set up from a resist substrate interface. Therefore, absorption of the ultraviolet radiation in the resist film is large on a resist front face, and the vertical pattern or undercut configuration pattern of an edge is realizable [after exposing a desired pattern], if temperature distribution are formed in the resist film so that absorption distribution of this ultraviolet radiation may be compensated, if a small thing is taken into consideration by the resist substrate interface to a substrate by performing development. Moreover, since it is controllable, temperature distribution can control the opening dimension on the top face of the resist film, and the opening dimension in a resist substrate interface by resist thickness.

[0007]

[Example] Next, the example of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing in which curvilinear drawing in which drawing 1 shows a development property, and drawing 2 show the temperature distribution inside the resist film, drawing 3, and drawing 4 are the sectional views according to process showing this invention.

[0008] Drawing 1 shows the BEKU time amount and temperature dependence of the resist film of time amount which development takes. The used resist film is the AZ-1370SF resist (Hoechst Japan make) of 2-micrometer thickness. Baking time amount investigated about three sorts of resists, 90 seconds, 180 seconds, and 360 seconds. It was shown that the resist film becomes is hard to be developed as prebaking temperature and its time amount increased the time amount which the development after BEKU takes by prebaking of 105 degrees C or more according to this result. Therefore, if temperature distribution are formed in the interior of the resist film in case prebaking processing is performed to the resist film, the development after exposure will enable it to realize an undercut configuration.

[0009] Drawing 2 is simulated by the approach of the graphical analysis of Schmit, in order to presume baking time amount required to form temperature distribution into the resist film of 2-micrometer thickness, when spreading formation of the resist film of 2-micrometer thickness is carried out at a gallium arsenide substrate (350 micrometers in thickness). The 260-degree C hot plate has separated 0.74 micrometers virtually from the resist film front face, and when it assumes that the wafer temperature in front of BEKU was 30 degrees C, it is shown that the temperature distribution which have about 10-degree C temperature gradient can be formed in a wafer with baking for 1 second. Moreover, it was shown by baking for 0.5 seconds that the temperature distribution which have a 17-degree C temperature gradient about can be formed in

a wafer. In this simulation, it calculated as thermal conductivity of the resist film, using 0.46 W/cm and \*\* as 0.16x10<sup>-2</sup> W/cm, \*\*, and thermal conductivity of GaAs.

[0010] Therefore, an undercut configuration will be formed, if temperature distribution are formed after a resist film front face is heated by elevated temperature at least 105 degrees C or more.

[0011] In order to form temperature distribution 10 degrees C or more in the interior of about 2-micrometer resist thickness based on the above knowledge, the process of formation of an undercut configuration is explained with reference to drawing 3 and drawing 4 on the assumption that BEKU for 1 or less second is performed.

[0012] First, as shown in drawing 3 (a), after carrying out spreading formation at the thickness (for example, 2 micrometers) of a request of the resist film 32 (for example, Hoechst Japan AZ-1370SF) on a substrate 31, as shown in drawing 3 (b) After installing the substrate 31 after said resist film spreading in the hot plate (for example, 350 degrees C) 33 warmed by the temperature of 105 degrees C or more so that resist film 32 front face may be on a hot plate 33 side, as it is shown in it at drawing 3 (c) The substrate 31 after said resist film spreading is made to approach a hot plate 33 with the mean velocity of 30cm/second. The substrate 31 after this resist film spreading is installed in the location (for example, distance between hot plate resists of 200 micrometers) which does not contact a hot plate 33, and this substrate 31 is held to the time amount for 1 or less second (for example, 0.5 seconds). Subsequently As shown in drawing 4 (d), the resist film spreading substrate 31 is separated from a hot plate 33 with the mean velocity of 30cm/second. Subsequently, after exposing a desired pattern by ultraviolet radiation 34 on a wafer 31, as are shown in drawing 4 (e), and it is shown in drawing 4 (f) after BEKU termination, a request pattern can be made into the undercut pattern configuration 35 by developing negatives.

[0013] What made a table 1 the up opening dimension and lower opening dimension of opening of an undercut configuration in the AZ-1370SF resist of 1.8-micrometer thickness at the time of changing and exposing spacing of a hot plate (350-degree-C setting out) and the resist film with the mask of 0.5-micrometer pattern is shown.

[0014]

[A table 1]

距離 ( $\mu\text{m}$ )	150	200	400	800
上部開口寸法 $L_t$ ( $\mu\text{m}$ )	0.88	0.95	1.10	1.24
下部開口寸法 $L_b$ ( $\mu\text{m}$ )	1.10	1.27	1.48	1.70
寸法差 ( $L_t - L_b$ ) ( $\mu\text{m}$ )	0.22	0.32	0.38	0.46

[0015] The error in this table is \*\*0.12 micrometers in \*\*25 micrometers and an opening dimension in distance. Moreover, an opening dimension in case hot plate temperature is 230 degrees C and 260 degrees C becomes as it is shown in the following table 2.

[0016]

[A table 2]

ホットプレート温度	230℃	260℃		
距離 (μm)	50	50	50 (85℃へ予め有)	100
上部開口寸法 $L_1$ (μm)	1.25	1.00	0.84	1.70
下部開口寸法 $L_2$ (μm)	1.75	1.10	1.00	1.80
寸法差 ( $L_1 - L_2$ ) (μm)	0.50	0.10	0.16	0.10

[0017] As shown in the above table 2, although an up opening dimension and a lower opening dimension cannot be set up independently, they become possible [ forming the pattern of the undercut configuration which has a desired up opening dimension and a desired lower opening dimension ] choosing hot plate temperature and the distance between hot plate-resists suitably, or by usually heating at 85 degrees C beforehand.

[0018] As mentioned above, although the example of this invention was explained, this invention is not limited to these and deformation various by within the limits of this invention and modification are possible for it.

[0019] For example, it is possible to perform prebaking processing with a convection oven or pro squeak tee BEKU equipment before the procedure which forms temperature distribution in the resist film 32 if needed.

[0020] Moreover, similarly, after forming a resist film pattern according to the above-mentioned process if needed, it is possible to aim at the heat-resistant increment by hardening of a resist film pattern by the exposure of far-ultraviolet light.

[0021] Moreover, although the hot plate was stood still and the substrate was moved in the above-mentioned example, it is at a standstill in the substrate, and the hot plate may be moved.

[0022]

[Effect of the Invention] According to this invention, after giving a temperature gradient in the thickness direction of the resist film at the time of heating, using the resist film as a substrate pattern in the lift-off method, opening of an undercut configuration advantageous to a lift off can be formed only by exposing and developing a desired pattern.

---

[Translation done.]

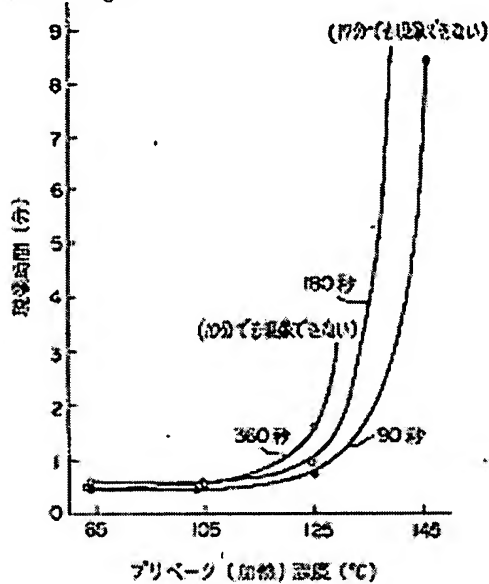
## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

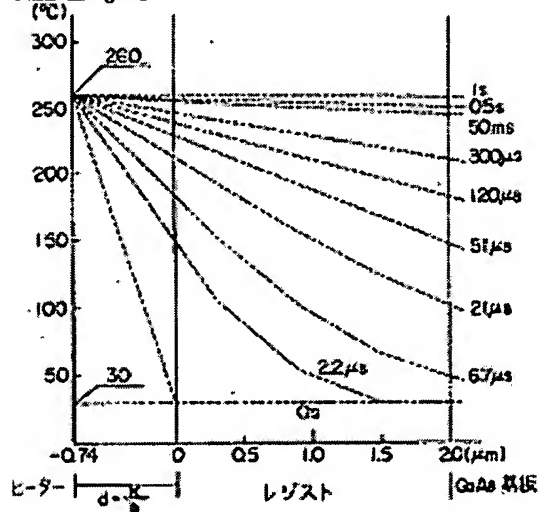
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

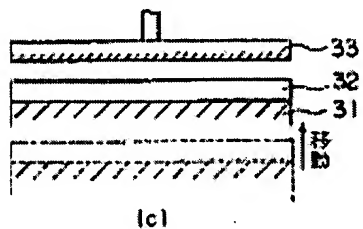
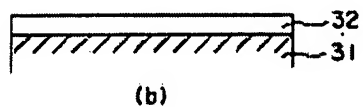
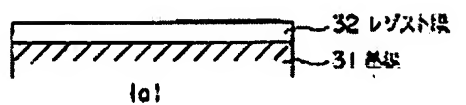
[Drawing 1]



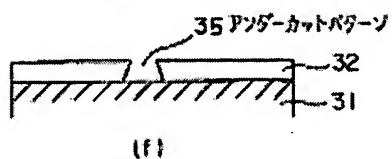
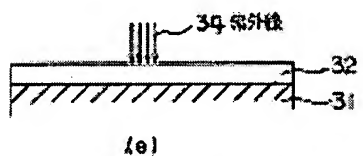
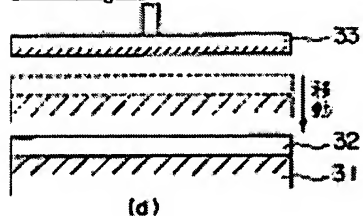
[Drawing 2]



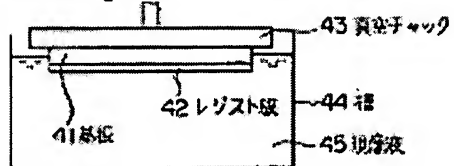
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-188184

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
21/28	G	9055-4M		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 6 1 H

審査請求 有 請求項の数 8 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-340072

(22)出願日 平成4年(1992)12月21日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 佐本 典彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

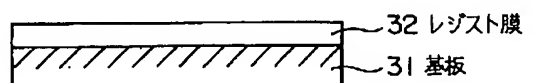
(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54)【発明の名称】 レジスト膜の加熱方法およびパターン形成方法

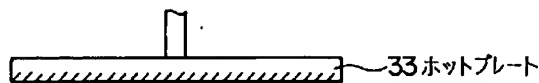
(57)【要約】

【目的】 紫外線感光レジスト膜において、紫外光による露光、現像後にアンダーカットパターンを形成する。

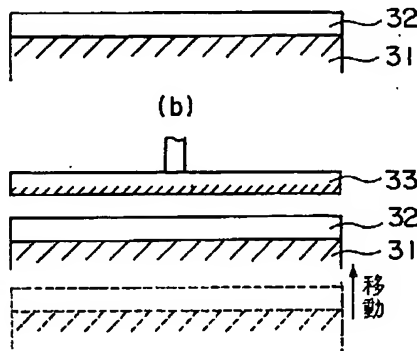
【構成】 レジスト32内部に温度分布を生ぜしめるために、加熱されたホットプレート33にレジスト32を接触することのない位置まで接近させ、1秒以下の時間保持した後、再びホットプレートからの影響を受けない位置までレジスト32を離す。加熱時にこの温度分布を発生させることにより、レジスト32は、表面から基板31方向に向かって徐々に現像速度が速くなる性質を持つようになる。この結果、露光現像後、パターンとしてアンダーカット形状を形成することが可能となる。



(a)



(b)



(c)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に塗布形成されたレジスト膜を加熱する際に、レジスト膜上面に熱源を前記レジスト膜に接触しないように設置し、前記レジスト膜内部にレジスト膜表面から前記レジスト膜と前記基板の界面方向に向かって温度が低下する温度分布を形成することを特徴とするレジスト膜の加熱方法。

【請求項2】前記熱源と前記レジスト膜とを、接触することのない位置まで接近させ、所定の時間保持した後、前記レジスト膜が前記熱源から影響を受けない位置まで離すことを特徴とする請求項1記載のレジスト膜の加熱方法。

【請求項3】前記熱源および前記レジスト膜の一方を静止し、他方を移動させることを特徴とする請求項2記載のレジスト膜の加熱方法。

【請求項4】前記基板上に塗布形成された前記レジスト膜を加熱する際に、予め前記レジスト膜をレジスト膜のガラス転移点温度以下でベーキングすることを特徴とする請求項1、2または3記載のレジスト膜の加熱方法。

【請求項5】請求項1、2、3または4記載のレジスト膜の加熱方法により、前記基板上に塗布形成された前記レジスト膜に対して、少なくとも、前記レジスト膜内部にレジスト膜表面からレジスト膜と基板の界面方向に向かって温度が低下する温度分布を形成した後、所望のパターンを露光により前記レジスト膜上に転写し、現像することによりレジストパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項6】前記所望パターンの露光は、紫外光により行うことを特徴とする請求項5記載のパターン形成方法。

【請求項7】請求項1、2、3または4記載のレジスト膜の加熱方法により、前記基板上に塗布形成された前記レジスト膜に対して、少なくとも、前記レジスト膜内部にレジスト膜表面からレジスト膜と基板の界面方向に向かって温度が低下する温度分布を形成した後、所望のパターンを第1の露光によりレジスト膜上に転写し、現像した後、第2の露光により前記レジスト膜全面を露光することによりレジスト膜の耐熱性を向上させることを特徴とするレジストパターン形成方法。

【請求項8】前記第1の露光は、紫外光により行い、前記第2の露光は、遠紫外光により行うことを特徴とする請求項7記載のパターン形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レジスト膜の加熱方法に関し、紫外線感光レジスト膜において、露光現像液のパターンとして、アンダーカットパターンを形成する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】レジスト膜を用いたリフトオフ法による

金属電極の形成方法として、特開平2-239613号公報「微細パターンの形成方法」に記載されるような金属電極の形成方法が知られている。前記公報記載の微細パターンの形成方法を図5に示す。基板41表面にレジスト膜42が被着され、この膜には、所望パターンにて選択露光が施されている。また、基板41裏面は20℃に維持された真空チャック43に保持されている。さらに、レジスト膜42が攪拌および温度調整機能付きの槽44に収容された現像液45の液面に接触すべく配置される。そして、レジスト膜42に、その厚み方向に温度差が付与され、現像後、アンダーカット（オーバーハング）状の開口を形成することができるようになっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】以上述べた従来の方法は、レジスト膜によってアンダーカット形状を形成する方法として、レジスト膜表面に接触する現像液とウェハを保持している真空チャックとの間に温度差を発生させて、現像時にアンダーカット形状を形成する方法であるが、現像中はレジスト膜に接触する現像液が常に恒温状態に保たれており、さらに、レジスト膜の膜厚が通常数μmであること、現像に要する時間が分単位であることを考慮すると、レジスト膜と現像液の接触面は、現像液温にほぼ等しくなるため、現実にはアンダーカット形状を形成しようとすれば、極めて短時間での現像処理を必要とするという欠点を有していた。

【0004】本発明の目的は、このような従来の欠点を除去せしめて、UVレジスト膜において、アンダーカット形状を形成する方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では、基板上に塗布形成されたレジスト膜を加熱する際に、レジスト膜上面に熱源をレジスト膜に接触しないように設置し、レジスト膜内部にレジスト膜表面からレジスト膜と基板の界面方向に向かって温度が低下する温度分布を形成する。この時、露光現像後に形成される上部開口部および下部開口寸法をさらに小さくしたい場合は、この加熱処理の前に、レジスト膜をレジスト膜のガラス転移点温度以下で通常加熱を行ってもよい。ここでいう通常加熱とは、レジスト膜内に、意図的には温度分布をつくらない加熱処理のことである。上記加熱処理の後、所望のパターンを紫外光によりレジスト膜上に転写し、現像することによりレジストパターンを形成する。また、必要に応じて、現像した後、遠紫外光でレジスト膜全面を露光することによりレジスト膜の耐熱性を向上させてもよい。

## 【0006】

【作用】本発明の方法では、レジスト膜加熱時、レジスト膜内部に温度分布を形成することにより、現像時におけるレジスト膜各点での現像液に対する溶解速度を変化させる。ノボラック樹脂と感光剤ナフトキノンジアド

で構成されるノボラック系レジストにおけるこの現象は、以下の2つの原因によると考えられている。光による感光あるいは130℃以上の加熱により、ジアド基は窒素(N<sub>2</sub>)を脱離してケテンに変化した後、レジスト中の残留水分と反応してインデンカルボン酸に変化する。このインデンカルボン酸は、ノボラック系のレジストの現像液に対する対現像液耐性を低下させる。しかしながら、レジスト中における残留水分が少ない場合は、ケテンは、インデンカルボン酸に変化せず、ノボラック樹脂と結合、あるいは、ナフトキノンジアジドと反応し、ノボラック系レジストは現像液に対して難溶化する。また、180℃以上で加熱した場合、ノボラック樹脂同士が架橋現象を起こし、すなわち、ノボラック樹脂の分子量増加に伴う現像液に対する難溶化現象を引き起こす。従って、130℃以上の加熱によるレジスト中の残留成分の低下あるいは180℃以上の加熱によるノボラック樹脂の架橋現象、あるいはこの二現象を同時に発生させることにより、ノボラック系レジストを現像液に対して難溶化させることができる。この場合、レジスト膜表面側が、レジスト基板界面より加熱温度が高く設定されるので、レジスト膜に対する溶解速度はレジスト基板界面方向に進むに従って大きくなる。従って、レジスト膜における紫外光の吸収がレジスト表面で大きく、レジスト基板界面で小さいことを考慮すれば、この紫外光の吸収分布を補償する様に、レジスト膜内に温度分布を形成すれば、所望のパターンを露光後、現像を行うことにより、基板に対してエッジの垂直なパターンあるいはアンダーカット形状パターンを実現することができる。また、温度分布は、レジスト膜厚によって制御可能であるため、レジスト膜上面での開口寸法とレジスト基板界面における開口寸法を制御することが可能である。

#### 【0007】

【実施例】次に図面を参照して、本発明の実施例について説明する。図1は、現像特性を示す曲線図、図2は、レジスト膜内部の温度分布を示す図、図3および図4は、本発明を示す工程別断面図である。

【0008】図1は、現像に要する時間のレジスト膜のベーク時間および温度依存性を示したものである。使用したレジスト膜は、2μm厚のAZ-1370SFレジスト（ヘキストジャパン社製）である。ベーク時間が90秒、180秒、360秒の3種のレジストについて調べた。この結果によれば、ベーク後の現像に要する時間は、105℃以上のプリベークでは、プリベーク温度およびその時間が増加するに従って、レジスト膜は現像されにくくなることが示された。したがって、プリベーク処理をレジスト膜に施す際に、レジスト膜内部に温度分布を形成すれば、露光後現像により、アンダーカット形状を実現することが可能となる。

【0009】図2は、2μm厚のレジスト膜をガリウム

砒素基板（厚さ350μm）に塗布形成した際に、2μm厚のレジスト膜中に温度分布を形成するのに必要なベーク時間を推定するために、Schmittの図式解法という方法によりシミュレートしたものである。260℃のホットプレートが、レジスト膜表面から仮想的に0.74μm離れており、かつベーク前のウェハ温度が30℃であったと仮定すると、1秒のベークでウェハ内に約10℃の温度差を有する温度分布が形成できることが示される。また、0.5秒のベークでは、ウェハ内におおよそ17℃の温度差を有する温度分布が形成できることが示された。このシミュレーションでは、レジスト膜の熱伝導率として、 $0.16 \times 10^{-2} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、また、GaAsの熱伝導率として、 $0.46 \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ を用いて計算した。

【0010】したがって、少なくとも105℃以上の高温にレジスト膜表面が加熱された上で温度分布が形成されれば、アンダーカット形状が形成されることになる。

【0011】以上の知見をもとに、2μm程度のレジスト膜厚の内部に10℃以上の温度分布を形成するため、1秒以下のベークを行うことを前提に、アンダーカット形状を形成の工程を、図3および図4を参照して説明する。

【0012】まず、図3(a)に示すように、基板31上にレジスト膜32（例えば、ヘキストジャパン社製AZ-1370SF）を所望の厚さ（例えば、2μm）に塗布形成した後、図3(b)に示すように、105℃以上の温度に加熱された（例えば、350℃）ホットプレート33に、前記レジスト膜塗布後の基板31をレジスト膜32表面がホットプレート33側になるように設置した後、図3(c)に示すように、前記レジスト膜塗布後の基板31をホットプレート33に30cm/秒の平均速度で接近させ、ホットプレート33に接触しない位置（例えばホットプレートレジスト間距離200μm）に、このレジスト膜塗布後の基板31を設置し、1秒以下の時間（たとえば、0.5秒）にこの基板31を保持し、次いで、図4(d)に示すように、レジスト膜塗布基板31をホットプレート33から30cm/秒の平均速度で離す。次いで、図4(e)に示すように、所望のパターンを、ベーク終了後、ウェハ31上に紫外光34により露光した後、図4(f)に示すように、現像を行うことにより、所望パターンをアンダーカットパターン形状35とすることができる。

【0013】0.5μmパターンのマスクにより、ホットプレート（350℃設定）とレジスト膜の間隔を変えて露光した際の、1.8μm厚さのAZ-1370SFレジストにおけるアンダーカット形状の開口の上部開口寸法と下部開口寸法を表1にしたものを示す。

#### 【0014】

【表1】

距離 ( $\mu\text{m}$ )	150	200	400	800
上部開口寸法 $L_t$ ( $\mu\text{m}$ )	0.88	0.95	1.10	1.24
下部開口寸法 $L_b$ ( $\mu\text{m}$ )	1.10	1.27	1.48	1.70
寸法差 ( $L_t - L_b$ ) ( $\mu\text{m}$ )	0.22	0.32	0.38	0.46

【0015】この表における誤差は、距離において $\pm 2.5 \mu\text{m}$ 、開口寸法においては、 $\pm 0.12 \mu\text{m}$ である。10  
また、ホットプレート温度が $230^\circ\text{C}$ および $260^\circ\text{C}$ で\* 【表2】

ホットプレート温度	230℃	260℃		
距離 ( $\mu\text{m}$ )	50	50	50 (85℃ベーク有)	100
上部開口寸法 $L_t$ ( $\mu\text{m}$ )	1.25	1.00	0.84	1.70
下部開口寸法 $L_b$ ( $\mu\text{m}$ )	1.75	1.10	1.00	1.80
寸法差 ( $L_t - L_b$ ) ( $\mu\text{m}$ )	0.50	0.10	0.16	0.10

【0017】以上の表2からわかるように、上部開口寸法と下部開口寸法は、独立には設定できないが、ホットプレート温度とホットプレートレジスト間距離を適当に選ぶことあるいは予め $85^\circ\text{C}$ で通常加熱しておくことにより、所望の上部開口寸法と下部開口寸法を有するアンダーカット形状のパターンを形成することが可能となる。

【0018】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形、変更が可能である。

【0019】例えば、必要に応じて、レジスト膜32内に温度分布を形成する手続きの前に、コンベクションオープンやプロキシミティベーク装置により、プリベーク処理を行うことが可能である。

【0020】また、同様に、必要に応じて、上記プロセスによりレジスト膜パターンを形成した後、遠紫外光の照射によりレジスト膜パターンのハードニングによる耐熱性増加を図ることが可能である。

【0021】また、上述の実施例ではホットプレートを静止し、基板を移動したが、基板を静止しておきホットプレートの方を移動させてもよい。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、リフトオフ法における下地パターンとしてレジスト膜を用い、加熱時にレジス

ト膜の厚さ方向に温度差を付与した後、所望のパターンを露光して現像するだけで、リフトオフに有利なアンダーカット形状の開口を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】現像に要する時間のゲート温度およびベーク時間依存性を示した図である。

【図2】Schmittの図式解法によるレジスト内温度分布を示した図である。

【図3】本発明による工程を説明するための断面図である。

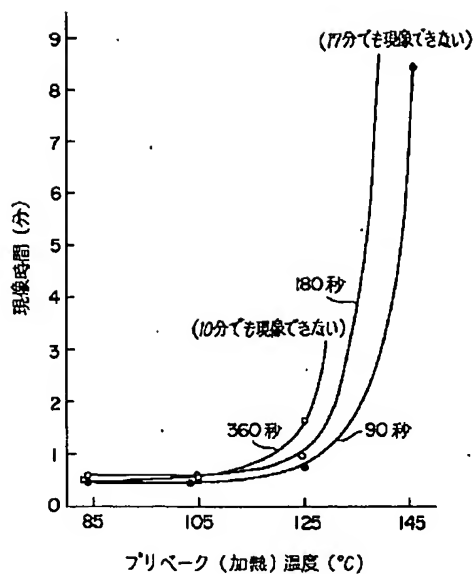
【図4】本発明による工程を説明するための断面図である。

【図5】従来の製造工程例を示す断面図である。

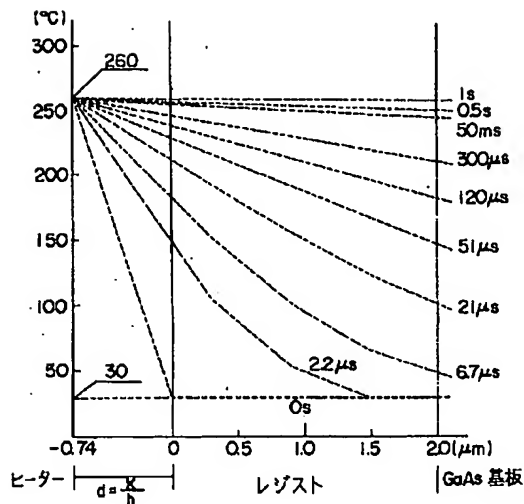
【符号の説明】

- 31 基板
- 32 レジスト膜
- 33 ホットプレート
- 34 紫外光
- 35 アンダーカットパターン
- 41 基板
- 42 レジスト膜
- 43 真空チャック
- 44 攪拌および温度調整機能付きの槽
- 45 現像液

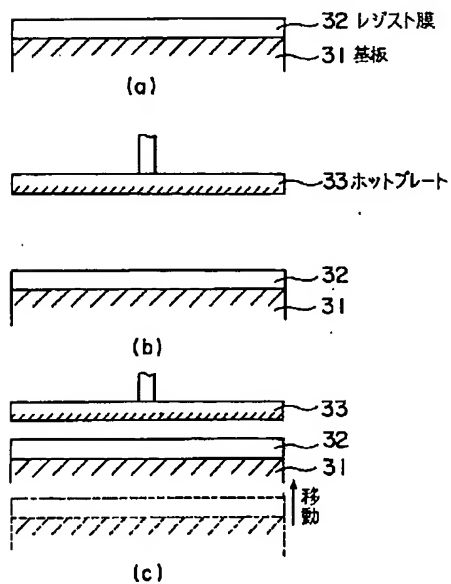
【図1】



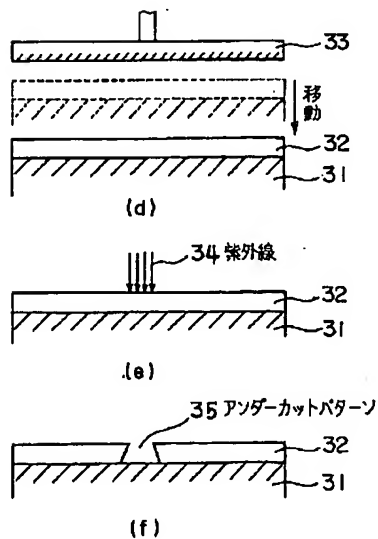
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

